STATENS VÄXTSKYDDSANSTALT
MEDDELANDE N:r 70

Undersökningar rörande insektspollinerade kulturväxter

III

KORSBEFRUKTNINGENS BETYDELSE OCH OMFATTNING HOS RAPS

(Brassica Napus L.) speciellt med avseende på binas insats

COMMONWEALTH INST. ENTOMOLOGY LIBRARY
25 FEB 1957
SERIAL Eu.103A
SEPARATE

AV

BRITA PERSSON

Med 10 tabeller

ENGLISH SUMMARY

STOCKHOLM 1956

STATENS VÄXTSKYDDSANSTALT
MEDDELANDE N:r 70

Undersökningar rörande insektspollinerade kulturväxter

III

KORSBEFRUKTNINGENS BETYDELSE OCH OMFATTNING HOS RAPS

(Brassica Napus L.) speciellt med avseende på binas insats

AV

BRITA PERSSON

Med 10 tabeller

ENGLISH SUMMARY

STOCKHOLM 1956

STOCKHOLM 1956
EMIL KIHLSTRÖMS TRYCKERI AB
561164

Innehåll

Sid.

Inledning 5

I. Föreligger hos raps skillnader i avkastning mellan pollen från lång och kort ståndare samt mellan själv-, grann- och korspollinering?
1. Rapsblommans byggnad 7
2. Rapsblommans pollineringsförhållanden 7
3. Pollineringsförsök 8

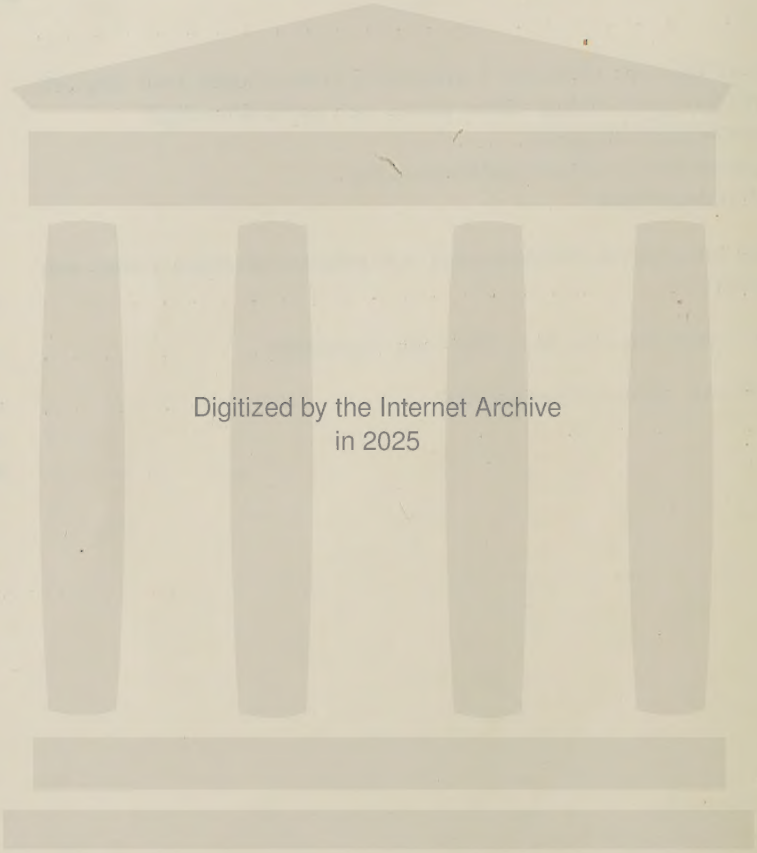
II. Inverkar bina på inkorsningsgraden och pollenspridningen i höst- och vårrapsfält? 16

III. Burförsök med och utan bin i höst- och vårrapsfält 25

IV. Orienterande pollenundersökningar 31

Summary 33

Litteratur 36



Digitized by the Internet Archive
in 2025

https://archive.org/details/meddelanden-statens-vaxtskyddsanstalt_1956_70

Inledning

Föreliggande skrift meddelar resultatet av en del undersökningar som företagits för att studera pollineringsförhållandena i raps och binas betydelse härvidlag, och är ett led i serien: »Undersökningar rörande insektspollinerade kulturväxter», vilka undersökningar planerats och letts av först Biskyddskommittén, sedan av en speciell forskargrupp. Namnen på de kommittérade, de organisationer dessa representerar jämte andra upplysningar om ifrågavarande undersökningar lämnas i förordet till den första uppsatsen i serien: »Observationer rörande blommornas biologi hos raps (*Brassica Napus* L.) med hänsyn till faran för bidöd vid behandling av rapsfält med insekticider», B. Persson, 1953 (Medd. nr 66 från Statens Växtskyddsanstalt). Samma år utkom andra delen i serien, betitlad »Studier över rödklöverns fröbildning» (Medd. nr 2 från Sveriges Fröodlareförbund) omfattande ett flertal uppsatser av skilda författare.

Har bina någon betydelse för rapsskördens storlek? Under de senaste decennierna har denna fråga framställts vid upprepade tillfällen och besvarats av forskare från olika håll än jakande, än nekande. I många fall är svaren grundade på direkta undersökningar, vilka alltså har lämnat motstridiga resultat, så att i somliga fall en skördeökning (upp till 15 %) vid bipollinering av raps har förekommit, i en del andra fall har däremot bipollinering synts vara utan speciell betydelse för avkastningen.

Det är klart visat, att rapsen är självfertil (K. v. Rümker u. R. Leidner, 1912) och vid fri avblomning till övervägande del självbefruktas. Detta visade bl. a. N. Sylvén (1920 och 1921) och G. Olsson (1952), vilken senare fann, att rapsen i fält självbefruktades till cirka ⅔. — Korsbefruktning är således icke nödvändig för rapsens frösättning, men bevisas den vara gynnsammare för densamma än självbefruktning och det framkommer, att bin ökar omfattningen av korsbefruktningen, så måste bina anses ha en skördeökande inverkan på raps.

Blommande rapsfält besöks livligt av tambin i trakter med bigårdar; frekvenssiffrorna i höstraps, som blommar i maj, då bisamhällena ännu är relativt individfattiga och vädret ofta kyligt, kan vara maximalt ett à två bin per kvadratmeter vackra dagar, medan vårrapsen, som blommar i juli, kan visa upp till fyra à fem bin per kvadratmeter mitt på dagen vid gott flygväder (B. Persson, 1951). I trakter med få bigårdar kan höstrapsfälten stå nästan bifria, medan vårrapsfälten i regel även då visar livlig bibeflygning. — Frekvensen vildinsekter: vildbin, flugor, skalbaggar etc. har i regel med undantag av rapsvivlar och rapsbaggar varit låg i de av förf.

under åren observerade rapsfälten. Rapsvivlarna håller huvudsakligen till på de gröna växtdelarna, medan däremot rapsbaggarna söker sig till de öppna blommorna, i vars inre de uppehåller sig ganska stationärt och i någon mån bidrager till pollenspridning inom blommorna, mera sällan däremot mellan blommorna och då huvudsakligen på samma planta. Bina däremot flyger från planta till planta och besöker ofta endast en à två av de utslagna blommorna på varje blomställning, varför man kan vänta sig att bina bidrager till ökad själv-, grann- och korspollinering hos raps.

Föreliggande undersökningar gjordes för att utröna om det fanns skillnader i längd, frötal och frövikt mellan skidor, som uppkommit efter självpollinering och sådana efter korspollinering. Då försöken till en del gällde att studera hur tidigare gjorda tyska försök förhöll sig under svenska förhållanden togs som tredje försöksled med även *grannpollinering.* Av samma anledning *skildes mellan pollen från de fyra långa ståndarna i rapsblomman och pollen från de två korta ståndarna. — Dessutom undersöktes om en fullständigare pollinering i sig själv hade en skördeökande effekt, vilket skulle kunna förklara binas påstådda insats.*

Vidare undersöktes om inkorsningsprocenten var högre i rapsfält, som varit livligt besökta av bin under blomningen än i fält med lägre bifrekvens. Om så är fallet, och korsbefruktning hos raps ger högre skörd, måste bipollinering anses ha en skördeökande effekt i raps.

Dessutom gjordes försök att direkt utläsa binas betydelse för rapsskördens storlek genom att i rapsfält placera burar med och utan bin.

Till slut gjordes vissa enklare pollenundersökningar i laboratorium för att se om de i försöken uppkomna skillnaderna lät sig direkt förklaras av skillnader i pollenstorlek eller pollengroningsförmåga.

Dessa undersökningar har kunnat komma till stånd till stor del tack vare föreståndaren för Statens växtskyddsanstalts filial i Åkarp, fil. kand. J. Mühlow, som granskat och diskuterat försöksplanerna och under arbetets gång lämnat värdefulla råd. Genom tillmötesgående av professor Å. Åkerman har en stor del av försöken kunnat förläggas till Sveriges utsädesförening i Svalöv, där expertisen på oljeväxtavdelningen, fil. dr G. Andersson och fil. lic. G. Olsson kunnat rådfrågas såväl vid planläggningen som senare under arbetets gång.

I. Föreligger hos raps skillnader i avkastning mellan pollen från lång och kort ståndare samt mellan själv-, grann- och korspollinering?

1. Rapsblommans byggnad

Rapsen, *Brassica Napus L.*, hör till familjen *Cruciferae*, korsblomstriga eller skidväxter. Blommorna sitter på en blomställning, som först är kvastformig och som så småningom sträckes och blir klaseformig. Avblomningen sker nedifrån upp; toppblomma saknas. Rapsblomman är tvåkönad, har 4 foderblad, 4 kronblad och 6 ståndare, av vilka 4 är längre och står parvis mitt emot varandra, medan 2 är kortare och står i de större mellanrummen mellan de långa ståndarparen (se blomdiagram och bilder i Statens växtskyddsanstalts meddelande nr 66, B. Persson, 1953). Vid vardera av de korta ståndarnas bas finns på insidan ett funktionerande nektarium. De långa ståndarnas strängar vrider sig långsamt utåt (cirka 45°) under pollengivandet, så att det mesta pollenet avlämnas »i sidled». De korta ståndarsträngarna vrider sig däremot ej och pollenet avlämnas inåt. Alla knapparna blir dessutom bågformiga, då de brister, varför pollenet även avgives uppåt.

2. Rapsblommans pollineringsförhållanden

Rapsblomman är proterogyn d. v. s. märket är befruktningsdugligt, innan ståndarna ger pollen. Ståndarknapparna brister vid torrt väder några timmar efter det blomman öppnat sig helt. När blomman slår ut, är märket föga framträdande och når ungefär endast upp till de ännu slutna ståndarknapparnas nedre kant, — märket kommer inte i direkt beröring med ståndarknapparna — men sträcker sig sedan och kommer i höjd med knapparnas övre kant hos de långa ståndarna, när dessa börjar bli tomma på pollen. Detta förhållande synes gynna självbefruktning — i synnerhet med pollen från de långa ståndarna — som också visats ha stor omfattning hos raps (65—70 %). Spontan självbefruktning förekommer men skidsättningen uppgives exempelvis vid påsisolering vara avsevärt bättre, om påsarna skakas varje dag eller flugor inneslutes i påsarna enligt Becker (Th. Becker, 1951), vilken dock antar, att detta troligen beror på att grannpollinering sker då. Vid spontan självbefruktning kan pollen från de korta ståndarna knappast ifrågakomma, då deras ståndarknappar först nätt och jämnt når upp till märket med sin övre kant och då de öppnas, böjes bågformigt utåt från märket.

Rapsblomman har flera entomofila karaktärsdrag: färg, doft och nektar och lockar också insekter, framför allt bin, som bidrager till pollenspridningen. När ett bi sticker ner tungan för att suga nektar kommer det, som framgår av blommans byggnad, lätt i kontakt med en lång och en kort ståndare, som omger »ingångarna» till nektarierna, varvid pollen fastnar på kroppen. När biet vittjat det ena nektariet i en blomma, kryper det oftast över till det motsatta nektariet och berör därvid lätt märket och kan då överföra pollen till märket såväl från blom-

mans egna ståndare, som från andra besökta blommor. Här må framhållas, att ståndarknapparna hos raps normalt *ej* bildar någon huv över märket (uppgives i litt. ex. av N. Sylvén. 1920), utan detta är hela tiden väl synligt ovanifrån.

3. Pollineringsförsök

Vissa tyska försök antydde, att en ökad bibeflygning av raps kunde öka fröavkastningen. Bl. a. hade Giltay och Fruwirth funnit, att korsbefruktning hos raps medförde större skidlängd och högre frötal och frövikt, varför E. Fechner (1926) gjorde vissa pollineringsförsök och resultaten från dessa bekräftade denna uppfattning:

	Antal skidor	Frövikt g
Självbefruktning	21	0,26
Grannbefruktning	22	0,29
Korsbefruktning	24	0,34

Enligt Ewerts (R. Ewert, 1928 och 1929) anvisningar fortsatte Fechner pollineringsförsöken i raps, varvid skildes även mellan pollen från de långa och från de korta ståndarna. Resultatet innebar, att längst skidor erhölls vid korsbefruktning med pollen från kort ståndare (0,9 cm längre än med pollen från lång ståndare). Sammanfattningsvis nämner Ewert (1941), att pollenet från de korta ståndarna är speciellt dugligt för befruktning, att korsbefruktning medför 10—15 % högre skörd och att det är till stor del tack vare bina, som pollen från korta ståndare transporteras, då dessa är ganska vindskyddade av kronbladen i blomman under sin pollenlämnande period. — Resultat av burförsöken lämnas längre fram i texten i anslutning till de egna burförsöken.

Härle har arbetat med samma problem men kommit till annat resultat nämligen att självbefruktning och korsbefruktning hos raps är likvärda (1941). Han fann vid sina fortsatta undersökningar inga skillnader i avblomningshastighet mellan själv-, grann- och korsbefruktning; ej ens i blomningstidens längd mellan obefruktade och befruktade blommor. Inga skillnader framkom mellan tillväxthastigheten för främmande eller egna pollenslangar genom märkesvävnaden. Inte heller konstaterades några statistiskt säkra skillnader i skidlängd eller fröavkastning vid olika befruktning av rapsblommor (A. Härle, 1951). Härle finner det således vara betydelselöst för raps hur befruktningen sker, men vill ej bestrida, att bina är de ivrigaste rapsblombesökarna och att de garanterar befruktning.

Samma uppfattning företräder Nicolaisen 1943, då han understryker, att det ej säkert bevisats, att korsbefruktning medför längre skidor med högre frötal än självbefruktning. Samma uppfattning har även Kaufmann, 1943 (ref. av Zander 1952), som särskilt framhåller, att de nyare sorterna, Janetzki och Lembke, inte behöver bin för sin frösättning.

Under åren 1941—1949 gjorde Becker omfattande blombiologiska studier av *Brassica-*, *Raphanus-* och *Sinapis*-arter (Th. Becker, 1951 och 1952). Becker fann hos raps inga skillnader beträffande skidsättning, skidlängd, frötal per skida mellan självpollinering eller grannpolinering, ej heller några skillnader mellan självbefruktning och fri avblomning.

Under åren 1952 och 1953 arbetade Wagner med blombiologin hos raps och rybs med syfte att undersöka möjligheterna att framställa inavelslinjer för att eventuellt få heterosiseffekt vid samodling av 2 olika inavelslinjer (jfr. »heterosismajs») (M. Wagner, 1954). Vid jämförande försök mellan sorterna Lembke, Liho

och Janetzki fann WAGNER, att exempelvis skidansättningen och antalet utbildade frön per skida var något lägre vid självbefruktning (s) än i fritt fält (f), men så obetydligt, att han ej kunde anse, att korsbefruktning hade ett gynnsamt inflytande;

	Skidlängd		Frötal/skida	
	s	f	s	f
1952 Lembke	70,7	75,5	19,8	21,1
Liho	68,3	66,6	19,1	22,7
Janetzki	63,5	64,4	22,2	25,5
1953 Lembke	83,6	88,4	28,3	30,8
Janetzki	62,1	70,8	17,6	24,7

WAGNER fann däremot minskad vitalitet i vissa fall *hos avkomman efter självbefruktning*. Vid utsädesodlingar av dylika sorter borde en ökad korsbefruktning vara av värde.

Egna pollineringsförsök företogs åren 1951 och 1952 på i fält växande rapsplantor. Metodiken växlade, men pollineringstyperna var genomgående följande:

AK) självbefruktning (autogami, A) med pollen från kort ståndare (K)
AL) dito från lång ståndare (L)
GK) grannbefruktning (geitonogami, G) med pollen från kort ståndare
GL) dito från lång ståndare
XK) korsbefruktning (xenogami, X) med pollen från kort ståndare
XL) dito från lång ståndare
NÖ, NU, NÖ—NU) vissa kontroller, se beskrivning nedan.

Vid självbefruktning användes ståndare från egen blomma, vid grannbefruktning ståndare från en annan blomma på samma planta, vid korsbefruktning användes ståndare från en blomma på annan planta av samma sort.

Kontrollerna utgjordes av skidor efter obehandlade blommor, som suttit närmast över (NÖ) den översta konstpollinerade blomman på en blomställning, jämte sådana som suttit närmast under (NU) den understa, behandlade blomman på en blomställning. Skördesiffrorna från dessa båda försöksled har dessutom sammanslagits och beräknats och på detta sätt har medelskidlängd, -frötal och -frövikt för en obehandlad genomsnittsblomma (NÖ—NU) erhållits från just detta avsnitt av blomställningarna, där de artificiella korsningarna gjorts.

Metodik vid pollineringsförsöken

Två olika metoder kom till användning; 1951 isolerades varje försöksblomma för sig i en liten pergamynpåse = »*isoleringsmetoden*»; 1952 däremot fick även försöksblommorna blomma av fritt men fick en extra pollinering = »*kompletteringsmetoden*».

»Isoleringsmetoden»

Försöken utfördes i Svalöv såväl i höst- som vårraps. Varje dag under hela pollineringsperioden gjordes ungefär lika många pollineringar av varje typ, varför inga skillnader i tillväxtbetingelserna bör ha påverkat resultatet. De längst komna, men ännu slutna blomknopparna på en blomställning användes som utgångsmaterial. För att frilägga ståndare och märke klipptes den övre delen av foder- och kronbladen bort; därefter avlägsnades ståndare beroende på vilken pollineringstyp, som skulle väljas. Skulle blomman självbefruktas med pollen från kort ståndare (AK), togs de 4 långa ståndarna bort, medan de korta togs bort, om pollinering skulle ske enligt AL. I båda dessa fall kunde pollineringen ej göras förrän två à tre dagar senare, då de kvarlämnade ståndarknapparna öppnade sig. Vid fuktig väderlek kunde det dröja ytterligare ett par dagar, innan pollensäckarna brast, varvid befruktning ofta uteblev. Skulle pollinering ske enligt GK, GL, XK och XL togs samtliga ståndare i försöksblomman bort. Pollineringen skedde här samtidigt med kastreringen. Skulle pollinering enligt GK företagas, togs med pincett en kort ståndare — eller enligt GL en lång ståndare — från en annan blomma på samma planta och fördes över märket, som blev helt inpudrat, osv. Vid X-pollineringarna togs ståndare från blommor på andra plantor av samma sort, alltså isomorf xenogami. På varje blomställning behandlades ungefär fyra blomknoppar.

Alla försöksblommor isolerades från början var för sig i mycket små, lätta cellofanpåsar, (s. k. transofilm från AB Tetrapak i Lund) som perforerats med nålsting för att medge någon luftväxling. På så sätt undveks all risk för ovidkommande pollinering. Nackdelen var, att luftfuktigheten lätt blev för hög inne i påsen, varför procenten ansatta skidor i dessa pollineringsförsök blev mycket låg. Lägst blev den hos de blommor, som självpollinerades, detta skedde först två à tre dagar efter kastreringen. Eftersom de olika pollineringarna skedde vid olika ålder på märkena, bör resultaten från AK- och AL-pollineringarna endast jämföras för sig och GK, GL, XK och XL för sig. *Detta gäller isoleringsförsöket i höstraps.* Vid försöken i *vårraps* uppsköts grann- och korspollineringen av de varje dag kastrerade blommorna till dess ståndarna i de isolerade blommor, som skulle självpollineras, lämnade pollen, varefter alla pollineringarna gjordes samtidigt på jämngamla märken, varför alla resultaten från vårrapsförsöket således bör vara jämförbara inbördes.

För att skydda pollineringsmaterialet inneslöts vid isoleringsförsöken varje blomställning med försöksblommor i en stor pergamynpåse. Alla skyddspåsar avlägsnades en vecka efter pollineringen. Skörden skedde omedelbart före de övriga rapsplantorna i fältet, således vid normal tidpunkt. Försöksskidornas nettolängd mättes — d. v. s. endast den fröbärande, fertila delen och ej den sterila skidspetsen, vars längd enligt exempelvis Härle i sig själv kan variera ganska avsevärt — antalet frön per skida räknades, och fröna från de olika skidorna vägdes, sedan de torkat. Dessutom skördades och mättes kontrollskidor (NÖ och NU) på varje blomställning, som ingick i försöket.

»Kompletteringsmetoden»

Försöken var förlagda till Alnarps lantbruksinstitut och utfördes endast i höstraps — sort Matador. Pollineringsarbetet tillgick så att märket på unga nyutslagna blommor, vars egna ståndare just börjat öppnas, beströks med den pollenlämnande knappen från en ståndare enligt de olika pollineringstyperna här ovan, så att märket blev helt inpudrat. Ingen isolering av blommorna skedde, varken före eller

Tab. 1. Pollineringsförsök i höst- och vårraps enligt »isoleringsmetoden».
Pollinating trials in winter and summer rape according to the »Isolating» method.

Pollineringstyp	Antal behandl. blommor	Antal erhållna skidor	Skidlängd (utan spröt)		Frötal per skida		Frövikt per skida	
			medeltal mm	medelfel	medeltal	medelfel	medeltal g	medelfel
Höstraps								
AK	150	14	45,664	±4,122	9,654	±2,201	0,046	±0,008
AL	150	21	44,474	±3,045	14,357	±2,785	0,056	±0,009
GK	150	73	59,750	±1,700	17,089	±0,936	0,091	±0,005
GL	150	72	57,204	±1,873	15,445	±0,989	0,084	±0,006
XK	150	65	59,565	±2,093	17,136	±1,072	0,092	±0,006
XL	150	82	59,287	±1,655	16,660	±0,961	0,090	±0,006
Vårraps								
AK	150	49	37,399	±2,134	13,286	±1,618	0,051	±0,008
AL	150	77	40,145	±1,497	14,700	±1,332	0,060	±0,006
GK	150	45	37,617	±1,969	12,081	±1,479	0,046	±0,006
GL	150	51	38,675	±2,150	14,500	±1,548	0,061	±0,006
XK	150	41	42,023	±2,451	15,500	±1,610	0,059	±0,006
XL	150	45	38,728	±2,320	13,100	±1,633	0,060	±0,008

Tab. 2. Pollineringsförsök i höstraps enligt »kompletteringsmetoden» (sort Matador).
Pollinating trials in winter rape according to the »Complementary» method (var. Matador).

Pollineringstyp	Antal behandl. blommor	Antal erhållna skidor	Skidlängd (utan spröt)		Frötal per skida		Frövikt per skida	
			medeltal mm	medelfel	medeltal	medelfel	medeltal g	medelfel
AK	150	132	55,480	±1,218	16,922	±0,721	0,086	±0,004
AL	150	128	56,775	±1,112	17,722	±0,672	0,091	±0,003
GK	150	132	55,846	±1,191	17,989	±0,676	0,094	±0,004
GL	150	150	55,015	±1,024	17,514	±0,622	0,094	±0,003
XK	150	148	59,984	±0,917	19,439	±0,618	0,102	±0,003
XL	150	140	56,723	±1,033	17,529	±0,629	0,089	±0,003
Obehandl.								
NÖ		199	54,019	±0,861	16,505	±0,555	0,090	±0,002
NU		205	55,340	±0,858	17,248	±0,475	0,096	±0,003
NÖ + NU		404	55,219	±0,608	16,883	±0,364	0,088	±0,002

efter behandlingen. Här är alla pollineringstyperna lika gynnade. Den normala pollineringen i fält genom vind och insekter förhindrades således icke, utan behandlingen bör betraktas som en artificiellt kompletterande pollinering. Bifrekvensen var maximalt 1 bi på 3 m² och i regel avsevärt mindre, således en ganska liten bifrekvens.

Skörd, mätning och vägning av försöksmaterialet tillgick på samma sätt som vid »isoleringsförsöket».

Sammanlagt pollinerades omkring 150 blommor enligt varje pollineringstyp i höstraps och i vårraps enligt »isoleringsmetoden» samt 150 i höstraps enligt »kompletteringsmetoden», vilket innebär att cirka 2 700 blommor sammanlagt pollinerades. Skidansättningen var emellertid mycket dålig vid den förra metoden, vilket framgår av det låga antalet erhållna skidor i de olika försöksleden, se tab. 1; medan tab. 2 visar, att skidansättningen var god vid »kompletteringsmetoden» liksom hos obehandlade rapsplantor i allmänhet i fälten.

Resultaten av pollineringsförsöken

Skidlängd, frötal och frövikt per skida hos de olika pollineringstyperna i samtliga pollineringsförsök har uppförts i tab. 1 och 2. Som underlag för den följande diskussionen av resultaten från pollineringsförsöken ligger dels dessa tabeller, dels tab. 3 och 4. I dessa senare tabeller har de olika pollineringstyperna jämte kontroller jämförts sinsemellan, dessa skillnader angivits i procent av det lägsta talet vid varje särskild jämförelse och säkerheten prövats enligt den klassiska analysen samt procentsiffrorna understrukits med

3	streck	om	$p = 0{,}001^{***}$
2	»	»	$p = 0{,}01^{**}$
1	»	»	$p = 0{,}05^{*}$
små	»	»	$p = < 0{,}1$.

Ett procenttal står i tab. 3 och 4 till vänster eller höger i kolumnen beroende på vilken av de jämförda pollineringstyperna, som varit bäst vid jämförelsen.

Framkom skillnader i avkastningen efter pollinering med pollen från kort eller lång ståndare?

De tre första kolumnerna i tab. 3 visar de procentuella skillnaderna mellan pollinering med pollen från kort respektive lång ståndare. Några statistiskt säkra skillnader finns inte från »isoleringsförsöken». — Värdena för AK och AL i höstraps är osäkra, då de är grundade på endast 14 resp. 21 skidor. — Tendensen är emellertid att pollen från lång ståndare är fördelaktigare vid självpollinering och från kort vid korspollinering — det senare i samklang med Ewerts och Fechners undersökningar.

Skillnaderna mellan pollen från lång och kort ståndare är vid grannpollinering enligt kompletteringsmetoden ej entydiga och ej statistiskt säkra.

Tab. 3. Procentuella skillnader mellan de olika pollineringstyperna.

Differences between the pollinating types expressed in percentages.

	Jämförelse mellan															
	K och L			A och G				A och X *				G och X				
	AK/AL %	GK/GL %	XK/XL %	AK/GK %	AK/GL %	AL/GK %	AL/GL %	AK/XK %	AK/XL %	AL/XK %	AL/XL %	GK/XK %	GK/XL %	GL/XK %	GL/XL %	
Isoleringsförsöket Höstraps -51																
Skidlängd	3	5	1	31	25	34	29	30	30	34	33	0	1	4	4	
Frötal per skida ...	49	11	3	77	60	19	8	78	73	19	16	0	3	11	8	
Frövikt per skida	23	9	3	98	83	98	49	101	95	63	59	1	2	10	7	
Isoleringsförsöket Vårraps -51																
Skidlängd	7	3	9	1	3	7	4	12	4	5	4	12	3	9	0	
Frötal per skida ...	11	20	18	10	9	22	1	17	1	5	12	28	8	7	11	
Frövikt per skida	18	32	1	10	20	30	2	16	17	2	1	27	29	4	3	
Kompletteringsförsöket Höstraps -52																
Skidlängd	2	2	6	1	1	2	3	8	2	6	0	7	2	9	3	
Frötal per skida ...	5	3	11	6	4	2	1	15	4	10	1	8	3	11	0	
Frövikt per skida	6	1	14	9	10	3	4	19	4	12	2	9	5	8	6	

Anm. Tre streck under ett procenttal anger att $p = 0{,}001$*** d. v. s. att skillnaden är statistiskt säker
Två » » » » » » $p = 0{,}01$**
Ett » » » » » » $p = 0{,}05$*
Små korta » » » » » » $p = 0{,}1$
Inga » » » » » » $p > 0{,}1$ d. v. s. att skillnaden icke är statistiskt säker

Procenttalet 3 i AK:s kolumn anger, att AK givit 3 % längre skidor än AL; 49 anger att AL givit 49 % fler frön/skida än AK etc. i genomsnitt.

* Betr. parentesens betydelse, se texten.

Resultaten från kompletteringsförsöket visar samma tendens som isoleringsförsöket att vid självpollinering pollen från de långa ståndarna skulle vara gynnsammare för fröavkastningen än från de korta — skillnaderna är emellertid ej statistiskt säkra. Däremot ger kompletteringsförsöket statistiskt stöd åt påståendet att pollen från kort ståndare visat sig överlägset vid korspollinering pollen från lång ståndare med i genomsnitt 6 % längre skidor, 11 % fler frön och 14 % högre frövikt (tab. 3), p = 0,05—0,01.

De gjorda försöken pekar således på, att pollen från korta ståndare skulle vara gynnsammare vid korspollinering (XK) än från långa (XL). Däremot ger undersökningarna ej statistiskt belägg för ett påstående om några skillnader mellan pollen från kort och från lång ståndare vid självpollinering (AK och AL) och vid grannpollinering (GK och GL). Det finns dock i materialet, som framgår av tab. 3 en genomgående tendens, nämligen att vid självpollinering pollen från de långa ståndare (AL) varit gynnsammare för fröavkastningen än pollen från de korta ståndarna (AK). Som tidigare nämnts medger blommans byggnad betydligt lättare AL-pollineringar, vilka i fritt fält torde vara betydligt vanligare än AK; därför är det först och främst resultaten från AL-pollineringar, som bör diskuteras vid jämförelsen mellan själv-, grann- och korspollinering.

Framkom några skillnader i avkastningen mellan själv-, grann- och korspollineringarna?

Först måste ånyo understrykas beträffande resultaten från »isoleringsförsöket» i höstraps att en direkt jämförelse mellan värden för skidor uppkomna vid självpollinering ej får göras med dem från grann- och korspollinering (tab. 3), då de förra missgynnats av själva metoden med isolering upp till 3 à 4 dagar innan pollineringen kunde ske; värdena får istället användas som bakgrund vid diskussionen av resultaten från »kompletteringsförsöket». — Eftersom försöksmetodiken justerades för vårrapsförsöket, bör alla värdena därifrån vara fullt jämförbara inbördes. Som tab. 3 visar, finns det emellertid inga statistiskt säkra skillnader. — Det verkar som om isoleringsmetoden i sig själv medförde så stora svängningar i resultaten att de inre differenserna i undersökningsmaterialet ej kan framträda. Den dåliga skidsättningen är ett belägg för metodikens ogynnsamhet. Förtjänsten hos metoden är att den utesluter all obehörig pollinering.

Själv- och grannpollinering. Grannpollinering är närmast att betrakta som en form av självpollinering. Är grannpollinering och självpollinering identiska begrepp, skall således AK = GK och AL = GL, och då bör inga större skillnader uppstå vid jämförelsen mellan AK- och GK-pollineringar och AL- och GL-pollineringar. Det är ju naturligtvis då besynnerligt, att såväl GK- som GL-pollineringar i kompletteringsförsöket givit 9 à 10 % högre fröavkastning än AK-pollineringar (p = <0,05). En jämförelse mellan GK och GL å ena sidan och AL å andra sidan visar däremot endast omkring 3 à 4 % högre avkastning för grannpollinering, och detta procenttal är ej statistiskt säkert. *Tab. 3 visar, att det hos höstrapsmaterialet från kom-*

pletteringsförsöket ej finns några säkra skillnader mellan självpollinering enligt AL å ena sidan och grannpollinering enligt GK och GL å andra sidan, varför AL, GK och GL torde kunna betraktas som sinsemellan likvärda, överträffande AK-pollineringar och underlägsna XK- och XL-pollineringar. — Eftersom AL-pollinering i fritt fält torde vara den vanligaste formen för självpollinering, skulle själv- och grannpollinering kunna jämnställas och de moderna blombiologernas resultat bekräftas. Becker (1951 och 1952) fick vid försök med höstraps bl. a. följande resultat:

	frömedeltal per skida	skidsättning %
efter självpollinering	12,4	84
efter grannpollinering	14,3	88

Själv- och korspollinering. De intressantaste siffrorna kommer fram vid en granskning av förhållandet mellan självpollinering och korspollinering i höstraps i kompletteringsförsöket. *Korspollinering med pollen från kort ståndare (XK) gav nämligen* (se tab. 3) *i genomsnitt 19 % högre fröskörd ($p = 0{,}001^{***}$) än pollen från egen blommas kort ståndare (AK), samt 12 % högre fröskörd ($p = 0{,}05^{*}$) än pollen från egen blommas lång ståndare (AL).* Denna högre avkastning på omkring 12 % innebär en bekräftelse av Ewerts påstående, att pollen från främmande rapsblommas korta ståndare är speciellt dugligt för pollinering; han talar därvid om 10—15 % högre skörd. XL förde däremot icke med sig någon liknande skördeökning. *Försöken pekar således på, att korsbefruktning enligt XK skulle vara gynnsammare, men enligt XL utan betydelse jämfört med själv- och grannpollinering. Detta senare förhållande är av vikt vid bedömningen av korspollineringens betydelse, då korspollinering i fritt fält får tänkas ske med minst lika mycket XL- som XK-pollen vid insektspollinering och något mera vid vindpollinering (blomman har ju 4 långa och 2 korta ståndare) och vinsten vid korspollinering i fritt fält skulle då minskas betydligt.* Detta skulle kunna förklara varför skillnaderna mellan resultaten efter självpollinering och korspollinering hos raps ofta ej är stora, vilket gjort att flera blombiologer anser själv- och korspollinering likvärda hos raps (ex. Baur, Becker, Härle, Nicolaisen).

Framkom några skillnader i avkastning mellan de olika pollineringstyperna och kontrollerna?

En översikt över resultaten från jämförelserna mellan pollineringstyperna å ena sidan och de obehandlade kontrollerna (NÖ—NU) å andra sidan från kompletteringsförsöket återgives i tab. 4. Det är endast AK, som ligger under vid dessa jämförelser (3 %, men siffran är ej statistiskt säker), medan de övriga pollineringstyperna ligger över och här framträder återigen XK som mest fördelaktigt. *Tabellen visar, att XK givit 16 % större*

fröskörd än kontrollerna i genomsnitt; skillnaden är statistiskt säker. AL, GK och GL har givit 3—7 %, XL endast 1 % mer än kontrollerna, men dessa senare skillnader är emellertid ej säkra.

Tab. 4. Procentuella skillnader mellan obehandlade blommor (NÖ—NU) och pollineringstyperna på samma blomställningar.

Differences between untreated flowers (NÖ—NU) and flowers pollinated according to the different types on the same inflorescences.

Kompletteringsförsöket Höstraps -52 Sort Matador	Jämförelse mellan NÖ—NU och pollineringstyperna											
	NÖ—NU/AK %		NÖ—NU/AL %		NÖ—NU/GK %		NÖ—NU/GL %		NÖ—NU/XK %		NÖ—NU/XL %	
Skidlängd		1		3		2		0		9		3
Frötal/skida		0		5		7		4		15		4
Frövikt/skida ...	3			3		7		7		16		1

Anm. Se förklaring till Tab. 3.

Sammanfattas resultaten av dessa pollineringsförsök i raps, framstår tydligt att XK-pollineringen genomgående är överlägsen och AK-pollineringen underlägsen såväl kontroller som de andra pollineringstyperna (AL, GK, GL, XL), vilka senare sinsemellan ej är statistiskt säkert skilda. Särskilt bör uppmärksamheten fästas på att XK givit 4—12 % högre skörd än AL, GL och XL, som torde vara de vanligaste pollineringstyperna i fält och närmast motsvara NÖ—NU-kontrollerna, vilka också överträffades. Det är emellertid inte tänkbart, att en så fullständig pollinering med XK-pollen, som skett vid den artificiella pollineringen i försöket, skulle kunna ske naturligt med hjälp endast av vind och insekter i fält och inte heller sker den med enbart XK-pollen, varför den naturliga vinstprocenten även vid en ökning av den naturliga korsningsprocenten i fält exempelvis genom tillsatsbin torde vara mycket mindre än dessa försökssiffror.

II. Inverkar bina på inkorsningsgraden och pollenspridningen i höst- och vårrapsfält?

Tidigare undersökningar

Den normala inkorsningen i fält

Rapsens befruktningsförhållanden har undersökts främst av svenska och tyska forskare, och de på försöksresultaten grundade uppfattningarna har varit ganska divergerande. Somliga forskare angav rapsen vara en höggradig självbefruktare, andra att den var övervägande korsbefruktare. Den förra åsikten framfördes re-

dan 1885 av Lund och Kjærskou och bestyrktes 1920 av N. Sylvén, som visade, att självbefruktning övervägde, men att en viss inkorsning skedde i fält. Sylvén undersökte bl. a. avkomman efter 8 höstrapsplantor med rödgula blommor.[1] Inkorsningsprocenten blev i detta försök lägst 12,8, högst 29,7 och i medeltal 19,8 %. Vid andra liknande försök erhöll Sylvén en lägsta inkorsningsprocent på 5,9. Detta gäller mellan plantor i samma rad, medan inkorsningsprocenten mellan plantor i olika rader (vid ett normalt radavstånd) däremot endast blev omkring 3 %. Sylvén fann således, att rapsen var en höggradig självbefruktare, och han fann inga skillnader i vitalitet etc. hos avkomman efter självbefruktning jämfört med korsbefruktning.

G. Olsson (1952) fick med ett större liknande material som underlag fram, att rapsen till 2/3 pollineras med eget pollen och till 1/3 med pollen från andra plantor, således omkring 33 % inkorsning.

Binas inverkan på inkorsningen i fält

Enligt tillgängliga litteraturuppgifter har direkta undersökningar av binas inverkan på inkorsningsgraden hos raps ej utförts tidigare. Man kan ej räkna exempelvis Ewerts respektive Oschmanns observationer, att rapsen ibland blommar av fortare i närheten av bisamhällen, hit. Den snabbare avblomningen kan bero på en fullständigare och snabbare pollinering genom binas försorg men kan bestå i såväl själv-, grann- som korsbefruktning.

Baur (1939 och Nicolaisen (1943) framhåller, att inkorsningen i fält ej kan vara stor, då man kan odla olika sorters raps bredvid varandra under många år utan att sorterna nämnvärt förändras, även om, som Nicolaisen framhåller, den regelbundna bibeflygningen av fälten låter förmoda, att korsbefruktning skulle äga rum i stor omfattning. Nicolaisen anger vidare som sin uppfattning, att skidsättningen är god i rapsfält även utan bin.

Egna undersökningar

Undersökningarna gick ut på att fastställa om inkorsningsgraden var högre och pollenspridningen mera omfattande i fält med högre bifrekvens. För den skull utvaldes dels observationsfält som med hänsyn till avståndet från bisamhällen beräknades få låg besöksfrekvens av bin, dels sådana, som beräknades bli starkt beflugna av bin. Biobservationer gjordes under rapsens hela blomningstid i de olika observationsfälten och inkorsningens och pollenspridningens omfattning studerades, när F_1-avkomman efter skördade plantor blommade året därpå. Försöken utfördes såväl i höst- som vårraps.

[1] *Anm.* Den rödgula blomfärgen beror på en recessiv arvsfaktor och framträder således endast i homozygotiskt tillstånd. Sådana plantor uppträder här och var i fält med plantor med normala, citrongula blommor (den gula färgen beror på en dominant faktor — och visar sig således både i heterozygotiskt som homozygotiskt tillstånd). Eftersom den rödgula faktorn förekommer så sparsamt i detta material, har vid bestämmandet av inkorsningsprocenten utgåtts från att de gulblommiga plantorna i fältet var homozygotiska beträffande arvsanlagen för blomfärgen, varför procenttalet gulblommiga F_1-plantor efter en rödgulblommig moderplanta samtidigt anger den naturliga inkorsningsprocenten i fältet.

Bestämning av bifrekvensen

Bifrekvensen i observationsfälten bestämdes alltid på så sätt, att antalet blombesökande bin räknades på en yta av 200 m² — en observatör gick framåt i gången mellan två plantrader en uppmätt, markerad sträcka och räknade bina i arbete i blommorna på ömse sidor om gången. Räkningarna utfördes mellan klockan 10 och 14, som enligt tidigare frekvensräkningar (B. Persson, 1951) utgör den bästa flygtiden för bina. Rådande väderleksförhållanden som temperatur, molnighet, luftfuktighet, vindstyrka antecknades. I de fall då fälten låg så nära varandra att observationerna kunde göras med endast någon timmes mellanrum samma dag, blir bifrekvenssiffrorna direkt jämförbara — i annat fall får man vid beräkningen av den genomsnittliga bifrekvensen taga med lika många goda och dåliga »flygdagar» från observationerna i de olika fälten, likaså bör hänsyn tagas till plantornas blomningsstadium, som genom upprepade räkningar på bestämda observationsplantor noga följdes hela observationstiden. Genomsnittliga bifrekvensvärden för de olika försöksfälten har beräknats på detta sätt och upptagits i tab. 5, där även det högsta observerade bifrekvensvärdet i varje försöksfält medtagits.

Tab. 5. Bifrekvenser i de olika observationsfälten.

The bee frequency of the different trial plots.

Växtslag och år	Lokal	Genomsnittlig* bifrekvens för hela blomningstiden bin/m²	Högsta observerade bifrekvensen bin/m²
Höstraps 1951	Torrlösa	0,07	0,15
	Felestad	0,39	0,93
Vårraps 1951	Södra Möinge	0,46	0,95
	Tirup: fritt fält	0,91	1,47
	Tirup: bur med bin	5,25	8,51
Höstraps 1952	Åkarp	0,33	1,00
	Alnarp	0,15	0,39
	Dammen	0,13	0,69
	Fridhem	0,12	0,39

* Se texten.

Man får en *ungefärlig uppfattning om den maximala bifrekvensen* i ett rapsfält, om man räknar antalet bin exempelvis på en yta av 200 m² ett par gånger under rapsens högblomning (fälten är helt gula) mellan klockan 10 och 14 under s. k. »goda flygdagar» d. v. s. vid klart solsken, en temperatur ej understigande 14 à 15°, relativt svag vind, några sekundmeter endast, samt ej för hög relativ luftfuktighet. *Den genomsnittliga bifrekvensen* i ett rapsfält bör däremot bestämmas genom täta observationer under hela blomningsperioden, så som här skett.

Binas inverkan på inkorsningsgraden i höst- och vårraps

I normalt gulblommig raps markerades år 1951 enstaka spontant i fältet förekommande plantor med avvikande blomfärg (rödgul istället för den normalt rent gula färgen). Det var således samma metod som N. Sylvén och G. Olsson begagnat tidigare, se ovan. De markerade plantorna insamlades kort före skörden, torkades, tröskades var för sig, från varje planta såddes 200 frön, varefter blomfärgen hos dessa F_1-plantor avräknades nästa år under blomningen. (Sammanlagt avräknades blomfärgen på 7.325 F_1-höstrapsplantor och 614 F_1-vårrapsplantor). *Frekvensen normalt gulblommiga plantor i F_1 motsvarar inkorsningsgraden.*

Inkorsningsgraden i höstraps

I svalövstrakten markerades 200 höstrapsplantor med rödgula blommor, varav 100 plantor i ett fält i Torrlösa, som hade låg bifrekvens, och 100 plantor i ett fält i Felestad med hög bifrekvens. — Frekvensen dylika rödgulblommiga plantor var låg; de normalt färgade dominerade helt bilden i fältet. — Den genomsnittliga bifrekvensen blev mycket låg i fältet i Torrlösa, endast 0,07 bin/m² mot 0,39 i fältet i Felestad (se tab. 5). Det senare innebär en ganska hög frekvenssiffra för höstraps; maximalt observerades där 1 bi/m². Den höga bifrekvensen beror på att fältet låg i närheten av en medelstor bigård. Det är knappast möjligt att åstadkomma högre bifrekvens i höstraps; bisamhällena är ej starka i maj och vädret är ofta olämpligt, det blir lätt för kallt (< + 10°), för molnigt eller blåsigt då;

Tab. 6. Inkorsningsgraden hos avkomman efter enstaka i fält förekommande recessiva h ö s t r a p s-plantor.

The degree of intercrossing of the F_1-generation from recessive plants of winter rape in field of dominant plants.

Lokal	Inkorsningsprocent																					S:a plantor	Genomsnittlig inkorsn. %	Genomsnittlig bifrekv. /m²
	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100			
Torrlösa																								
antal plantor	0	3	5	12	13	16	12	6	5	4	0	1	0	0	0	0	0	1*	2*	5*		85	33,50±2,37	0,07
d:o	0	3	5	12	13	16	12	6	5	4	0	1	0	0	0	0	0					77	27,26±1,11	
Felestad																								
antal plantor	0	2	2	10	15	12	12	4	3	1	4	3	1	0	0	0	0	0	1*	8*		78	37,12±2,73	0,39
d:o	0	2	2	10	15	12	12	4	3	1	4	3	1	0	0	0	0	0				69	29,55±1,37	

*Dessa plantor torde ej tillhöra försöksmaterialet och uteslutes därför.

jämför exempelvis värdena från 1952 i samma tabell som är lägre bl. a. på grund av sämre väderlek.

Bifrekvensen var således i genomsnitt 5 à 6 gånger större i Felestad än i Torrlösa. Denna skillnad i bifrekvens återspeglades ej i värdena för inkorsningen (se tab. 6). Felestadsfältet visade en inkorsningsprocent på i genomsnitt 29,55 ± 1,37 mot 27,26 ± 1,11 i torrlösafältet. Skillnaden i inkorsningsgrad (2,29 %) mellan det mera bibesökta och det mindre bibesökta fältet är således obetydlig, ej större än försöksfelet, varför binas pollineringsarbete i föreliggande fall ej har ökat inkorsningsgraden i höstraps.

Som synes av tab. 6 visar 8 av plantorna från torrlösafältet och 9 av plantorna från felestadsfältet i det närmaste 100 % inkorsning. Det är möjligt, att det här ej är fråga om normal inkorsning utan rör sig om plantor med annan genetisk konstitution för blomfärg än hos de övriga försöksplantorna. Dessa 17 plantor har därför uteslutits och den på de återstående plantorna beräknade inkorsningsgraden hos respektive serier bör betraktas som den riktigare. För bedömningen av binas betydelse för inkorsningen spelar det ingen roll, vilka av dessa genomsnittsvärden som jämföres. Skillnaden blir i båda fallen lika liten och statistiskt osäker.

Bifrekvensen i Torrlösa torde i sig ej ha kunnat betyda så mycket, och därför får inkorsningens omfattning, 27,3 %, i torrlösafältet betraktas som den naturliga genomsnittliga inkorsningen i normala, täta rapsbestånd utan speciell insektspollinering; frekvensen övriga insekter var också låg, inte ens rapsbaggar och rapsvivlar förekom i större antal. Detta värde stämmer ganska bra med ett värde G. Olsson fick (1952), nämligen 34,6 % inkorsning i genomsnitt hos ett 100-tal likaså rödgulblommiga höstrapsplantor — några biräkningar gjordes ej där. Däremot fick Sylvén endast 19,8 % inkorsning i genomsnitt.

Resultatet av de nu gjorda observationerna av inkorsningsgraden i höstrapsfält med olika stark bibeflygning har visat, att binas insats är av relativt underordnad betydelse för korspollineringen, att denna till större delen i täta bestånd synes ske med vindens hjälp och omfatta ungefär 30 % och att en koncentrerad bitillsats till ett fält torde höja inkorsningsgraden endast några procent.

Binas pollineringskapacitet

Försök gjordes att uppskatta binas pollineringskapacitet i höstraps. Tidsstudier utfördes i fält på Gotland 1955, varvid framkom att binas besök i rapsblomman tog i genomsnitt 4 sekunder och förflyttningen från blomma till blomma 1 sekund (i medeltal av 653 besökta blommor), vilket innebär att ett bi besöker cirka 12 blommor i minuten. Ofta besöks emellertid samma blomma mer än en gång, varför ett bi ej kan beräknas pollinera mer än cirka 5 blommor per minut. — Bifrekvensen kan under höstrapsens högblomning nå upp till 1 bi/m^2 (se tab. 5) och binas arbetstid uppskattas till

ungefär 8 timmar om dagen, vilket innebär att 2 400 blommor/m²/dag kan pollineras, om bifrekvensen är 1 bi/m². Denna bifrekvens är mer än tillräcklig för att samtliga blommor skall pollineras; enligt tidigare undersökningar finns det nämligen ungefär 1 550 blommor/m² under rapsens högblomning.

Med ledning av dessa beräkningar skulle man kunna påstå att flertalet blommor i det tidigare omnämnda fältet i Felestad pollinerades av bin utan att inkorsningsfrekvensen därför ökade i nämnvärd grad jämfört med fält med betydligt lägre bifrekvens (Torrlösa), trots att bina endast besöker 1 à 2 blommor i följd på samma blomställning och därefter uppsöker en ny blomställning ofta på en annan planta. — Skäl att öka bifrekvensen i raps synes således ej föreligga.

Inkorsningsgraden i vårraps

Försöksplanerna gick bra att utföra i praktiken i höstraps; detta blev tyvärr ej fallet med vårrapsförsöken. I de saluförda vårrapssorterna, som ingick i försöken, är frekvensen spontant i fältet uppträdande avvikare, exempelvis ifråga om blomfärg, ganska liten, varför vårrapsfrö från känt försöksmaterial med avvikande blomfärg såddes ut i två normala vårrapsfält, när dessa fälts egna plantor befann sig i hjärtbladsstadiet. — Den avvikande blomfärgen förhöll sig genetiskt på samma sätt, som beskrivits ovan för höstrapsen. — Upplysningar om rapssorternas genetiska konstitution jämte lämpligt utsäde erhölls av G. Olsson, som på många sätt välvilligt bistått försöksarbetet. — På grund av en längre torrperiod kom emellertid det senare sådda fröet ej igång i tid för att plantorna skulle kunna hävda sig mot grannplantorna i rapsraderna och undertrycktes därför och gick ej i blom.

I det ena fältet, *S. Möinge*, som på grund av sitt från bigårdar isolerade läge bedömdes få mycket låg bifrekvens och som ändå fick en medelhög

Tab. 7. Inkorsningsgraden hos avkomman efter enstaka i fält förekommande recessiva v å r r a p s-plantor.

The degree of intercrossing of the F₁-generation from recessive plants of summer rape in field of dominant plants.

Lokal	Inkorsningsprocent																S:a plantor	Genomsnittlig inkorsn. %	Genomsnittlig bifrekv. /m²
	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100			
S. Möinge																			
antal plantor	3	0	2	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1*		9	43	0,46
d:o	3	0	2	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	—		8	36	

* Denna planta torde ej tillhöra försöksmaterialet och uteslutes därför.

bifrekvens (0,46 bin/m²) uppspårades i hela fältet endast 8 plantor med avvikande blomfärg och de visade i F_1-avkomman i genomsnitt 36 % inkorsning (se tab. 7). Ett värde som påfallande väl ansluter sig till höstrapsvärdena, i det att en något högre bifrekvens medfört en något högre inkorsningsprocent. Givetvis är 8 plantor för litet underlag för annat än en antydan om det verkliga förhållandet. — Även här uteslöts en planta som syntes visa 100 % inkorsning.

I det andra vårrapsfältet, som var beläget i *Tirup*, var bifrekvensen dubbelt så stor (0,91 bin/m²) men tyvärr kunde inga plantor med avvikande blomfärg uppspåras. Istället utvaldes plantor med smalbladiga kronblad; deras F_1-avkomma visade en mycket hög genomsnittsinkorsningsgrad: 73 %. Eftersom den genetiska konstitutionen hos detta material ej är säkert känd, och frekvensen hos avkomman antyder, att moderplantorna varit heterozygotiska i egenskapen ifråga, kan siffermaterialet ej användas och något resultat ifråga om binas betydelse för inkorsningen i *vårraps* ej uppnås med dessa undersökningar.

Binas inverkan på pollenspridningen i höstraps

För att undersöka pollenspridningen besåddes 4 parceller, cirka 10×10 m stora, betecknade Åkarp, Alnarp, Dammen och Fridhem, med Mansholts höstraps som är en recessiv vitblommig typ. — *Enstaka heterozygoter* med normalt gul färg upptäcktes under blomningen och avlägsnades omedelbart. — Mitt i parcellen såddes samtidigt med övrigt frö några frön av en dominant gulblommig, normal typ. Siffermässiga värden för spridningen av rapspollen erhålles genom att skörda recessiva plantor på olika avstånd från den dominanta mittgruppen och så frö därav och året därpå studera F_1-avkommans blomfärg och då räkna av antalet normalt gulblommiga plantor. De 20 närmast mittplantan på ömse sidor i raden växande recessiva plantorna (nr 1—10 i vardera riktningen) skördades var för sig; de upptog cirka 40 cm i vardera riktningen (således cirka 4 sträckcentimeter per planta); dessutom skördades plantor på 45, 90, 135, 180, 225, 270, 315, 360 och 405 cm:s avstånd från mittplantan i 8 riktningar. Inalles skördades ett 100-tal plantor per parcell. Från varje skördad planta såddes 100 frön för avkommebedömning; sålunda räknades blomfärgen på sammanlagt 15.892 F_1-plantor enbart i detta försök.

Det är inte lämpligt att i detta försök tala om inkorsningsgrad, då denna term i närmast föregående beskrivna försök använts att beteckna den totala inkorsningseffekten hos plantor, som på *alla sidor* exponeras för plantor med dominant pollen. I detta försök var inga plantor så mycket utsatta för dominant pollen; mest utsatta var de recessiva plantor, som växte närmast den dominanta mittplantan i samma rad och som således exponerade *en sida* mot den dominanta pollenleverantören; detta var dock ej hälften

så stor exponering som de helt av främmande dominanta plantor omgärdade recessiva i förra försöket var utsatta för. Naturligt var då, att inkorsningsprocenten blev mycket lägre än inkorsningsgraden i förra försöket och att den avtog från centrum av parcellen och utåt, med de högsta värdena hos plantor närmast mittplantan, se tab. 8. *Höga inkorsningsvärden* (upp till 17 % i enstaka fall) *förekom endast hos plantor, som vuxit intill, d. v. s. på upp till 20 cm:s avstånd från den dominanta mittplantan.* Vilken av de första fem recessiva plantorna från mittplantan, som fick det högsta inkorsningsvärdet, kom att bero på plantornas höjd, storlek och graden av samtidighet med mittplantan ifråga om blomningsmaximum (detta är emellertid ganska långvarigt). Plantor på längre avstånd än ungefär 20 cm från mittplantan visade betydligt lägre inkorsning (högst 5 % i försöket).

Medan inkorsningsvärdena hos plantor på upp till 40 cm:s avstånd från mittplantan sjönk någorlunda kontinuerligt från mittplantan och utåt, vilket kan bero på såväl vind som insekter, förhåller sig inkorsningsvärdena hos plantor på längre avstånd i parcellerna ej på detta sätt, utan inkorsningsfallens förekomst och inkorsningsprocentens storlek — högst 5 % — verkar vara slumpmässiga, ej korrelerade med avstånd från mittplantan,

Tab. 8. Pollenspridningen hos höstrapsplantor med recessiv blomfärg på olika avstånd från en mittplanta med dominant blomfärg.

The pollen distribution in winter rape (plots of plants with recessive flower colour and one middle plant with dominant flower colour).

I	Inkorsningsprocenten hos plantor på 0—40 cm:s avstånd från mittplantan (d. v. s. växande i samma rad som mittplantan)										Genomsnittlig inkorsningsprocent för I
Lokal	4	8	12	16	20	24	28	32	36	40	
Åkarp											
öster	0	1,47	0	0	0	1,72	1,18	2,78	0	0	0,42
väster	0	0	1,27	0	0	0	0	0	0	0	
Alnarp											
öster	5,71	0	1,03	0	0	0	0				0,70
väster	1,20	0	1,89	0	0	0					
Dammen											
nordost	17,02	0	0	0	0	0	0				2,42
sydväst	5,56	2,63	0	0	4,65	4,00					
Fridhem											
sydost	9,09	3,03	2,94	16,67	0	0	0	0	0	0	2,69
nordväst ...	4,76	12,50	0	1,85	2,94	0	0	0	0	0	

Forts. på tab. 8.

II	Inkorsningsprocenten hos plantor på 45—405 cm:s avstånd från mittplantan									Genomsnittlig inkorsningsprocent för		bifrekvens
Lokal	45	90	135	180	225	270	315	360	405	II	I+II	per m²
Åkarp, norr ...	0	0	0	0	0	0	0					
nordost	0	0	0	0	0	0	0	0				
öster	1,85	0	0	0	1,59	0	1,64					
sydost	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
söder	0	0	0	0	0	1,41	1 45	0	0			
sydväst	0	0	0	0	0	0	0	0				
väster	1,56	0	1,45	0	0	1,59	0					
nordväst	1,20	0	0	0	0	1,22	0	1,25				
Medeltal	0,58	0	0,18	0	0,20	0,53	0,39	0,25	0	0,24	0,33	0,33
Alnarp, norr ...	2,38	2,63	1,30	1,64	1,82							
nordost	0	0	1,54	2,82	2,33							
öster		1,00	0	1,12								
sydost		2,33	0	1,00								
söder	1,19	1,69	0	1,85	2,94	0	1,28					
sydväst		2,70	0	1,47	0	0						
väster	0	1,45	1,12	0	0							
nordväst	1,64	2,41	1,37	1,20	0	0						
Medeltal	1,04	1,78	0,67	1,39	1,10	0	1,28			1,04	0,87	0,15
Dammen, norr	0	0	0	0	0	0	0	0				
nordost		1,89	0	0	0	0	0	0				
öster		0	0	1,30	1,75	0	0	0	0			
sydost	0	0	0	0	0							
söder		0	0	0	0	0	0	0				
sydväst		0	0	2,04	0	0	0					
väster		0	0	0	2,50	0	0	0	2,27			
nordväst	0	0	0	0	0							
Medeltal	0	0,24	0	0,42	0,53	0	0	0	1,14	0,26	1,20	0,13
Fridhem, norr	0	0	0	4,76	0	0	0	0				
nordost	3,70	0	0	0	0	0						
öster		2,50	0	0	0	0	0	0	0			
sydost		0	0	0	0	0	0	0				
söder		0	0	0	0	1,69	0	0	0			
sydväst	0	0	0	0	0	0						
väster	2,67	0	0	0	0	0	0	0	0			
nordväst	0	0	0	0	0	0	0	0				
Medeltal	1,27	0,31	0	0,60	0	0,21	0	0	0	0,27	1,54	0,12

planthöjd, vindriktning etc. och kan vara ett verk av insekter, främst av bin. (Radavståndet var normalt, d. v. s. 45 cm.)

Bifrekvensen i de olika parcellerna framgår av tab. 5 och var låg, 0,12 —0,15 bin/m² i genomsnitt i de tre parcellerna Alnarp, Dammen och Fridhem — de båda senare belägna i Svalöv — medan bifrekvensen var dubbelt så hög i parcellerna Åkarp utan att denna skillnad återspeglades i inkorsningsprocenten (se tab. 8), som i genomsnitt var mycket låg i parcellerna; Åkarp var lägst med endast 0,33 % (mittplantan var relativt svag); Alnarp 0,87, Dammen 1,20 samt Fridhem högst med 1,54 % på grund av en relativt lång och kraftig mittplanta.

Tab. 8 visar, att den genomsnittliga inkorsningsprocenten hos plantor på 45—405 cm:s avstånd (II), som väntat var betydligt lägre än hos de närmast mittplantan befintliga plantorna (I) med undantag för parcellen »Alnarp», där förhållandet var annorlunda. Detta senare förhållande har ingen relation med bifrekvensen, som var låg i parcellen, utan har satts i samband med att parcellen låg endast 15 m från ett stort höstraspfält med normalt citrongulblommiga plantor, vilket påverkat försöksresultatet. Parcellen blev närmast att betrakta som en del av det stora fältet, varför den dominanta mittplantan i parcellen förlorade sin betydelse som enda leverantör av dominant pollen.

Enligt resultaten av dessa försök är inkorsningsprocenten således ej korrelerad med bifrekvensen. Det synes därför som om bin saknar större betydelse för den huvudsakliga pollenspridningen i fritt höstrapsfält i täta bestånd; spridningen sker till största delen med hjälp av vind.

III. Burförsök med och utan bin i höst- och vårrapsfält

Tidigare undersökningar

Åtskilliga försök att utröna betydelsen av bipollinering i rapsfält har utförts på så sätt att stora nätburar placerats i fälten under blomningstiden. I somliga burar har smärre bikupor placerats, medan andra burar varit helt bifria eller helt insektsfria, om nätet varit mycket finmaskigt. Jämförelser beträffande avkastning har därefter företagits mellan plantor från burar med bin, utan bin och från fritt fält. Burarna har i regel varit klädda med nät, som medfört viss skuggverkan hos plantorna, dessutom har nätet hämmat vinden. Överhuvud taget är mikroklimatet i en dylik nätbur ej riktigt lika det som råder i fältet i övrigt. Därför ger burförsöken tyvärr ej direkt en bild av binas betydelse i fritt fält.

Fechner (1926) fick vid ett dylikt försök högst avkastning i biburen och lägst i den insektsfria buren:

	Frövikt
bur med bin	473
bur utan insekter	361
fritt fält	465

Burarna var 200×85 cm samt 140 cm höga, täckta med gasväv; försöksbisamhället i buren med bin omfattade några hundra bin, bifrekvensen var under 15 min. 35—60 bin/m² vid goda väderleksförhållanden.

Ewert (1928) gjorde burförsök två år i rad och fick båda åren längre genomsnittlig skidlängd (räknat inklusive den sterila skidspetsen) från plantorna i biburarna jämfört med plantor dels från burar utan insekter, dels från öppna burar med tillträde för alla insekter. Första året störde skörderesultaten av starka rapsbaggeangrepp; andra året förekom inga rapsbaggar och resultaten av totalskörden från de olika burarna var följande:

	Genomsnittlig skidlängd	
	Hirsches Schs. höstraps	Mecklenburger höstraps
bur med bin	6,57	6,60
bur utan insekter	5,48	5,78
bur med alla insekter	6,04	5,90
	Totalskörd per bur (=5 m²)	
bur med bin	2028,5	1479,0
bur utan insekter	1343,1	1584,6
bur med alla insekter	2087,0	1481,5

Ehuru bikupor i burarna med bin hindrade tillväxten på ½ m², så att de ovan angivna totalvärdena för dessa burar blev för låga, visar även dessa burförsök att bipollinering kan vara gynnsam för isolerade rapsplantor, dock inte alltid, vilket framgår av att den senare rapssorten gav högst avkastning i den insektsfria buren. Försöken tillåter emellertid ingen direkt jämförelse med resultatet från fritt avblommade plantor.

Såväl Fechner som Ewert uppger att avblomningen gick fortare i burar med bin.

Härle (1951) gjorde likaledes försök med burar i fält men *fann inga skillnader* mellan plantor från burar utan bin men med »småinsekter» och mellan fritt avblommade plantor i fält, som beflögs normalt av bin. Enligt uppgift hämmades vinden ej av nätet, som var grovmaskigare än i de ovan beskrivna försöken, nätmaskorna hade 2 mm:s sida (sort Lembke).

Zander (1952) gjorde liknande försök och iakttog ett tydligt snabbare blomningsförlopp hos plantorna i buren med bin än utan och detta var även något snabbare än i omgivande fritt fält, han anser, att pollenöverföring, befruktning och frösättning gynnades genom binas arbete. Försöket måste avbrytas i förtid på grund av platsbrist men det framgick bl. a. av en samtidig jämförelse mellan en planta från varje försöksled, att den från biburen hade längst skidor och högst frötal per skida; därnäst kom plantan från fritt fält och sämst var plantan från den bifria buren, där utvecklingen var senare. Burarna var täckta med grovt flugnät. — För att rätt kunna bedöma avkastningen bör plantorna dock stå kvar till skörd och plantor upptagande ett bestämt antal sträckmeter skördas från varje försöksled och bedömas.

Wagner (1954) isolerade enstaka plantor med trådnät, och erhöll lika god skidsättning som vid fri avblomning, men däremot något lägre frötal per skida. Vinden ansågs icke hämmas av nätet.

Egna undersökningar

Metodik

Burförsöken företogs 1951 och utfördes såväl i höstraps- (lokal: Felestad) som i vårrapsfält (lokal: Tirup). Burarna var desamma men arrangemangen delvis olika.

Burarna var 180×260 cm och omslöt 4 rapsrader, (radavståndet var 0,45 m.), samt var 180 cm höga, bestående av en träram, klädd på alla sidor utom i botten med fisknät, s. k. notslinga, vars maskor hade 4 mm:s sida, så att ej bin men väl »småinsekter» kunde passera. Burarna var endast utsatta under rapsens blomningstid. Skörden skedde vid normal tidpunkt; 4 sträckmeter (=1,8 m²) skördades från varje bur på så sätt att 2 meter togs från vardera mittraden; dessa plantor hade alltså ej haft beröring med nätväggarna i buren. Dessutom skördades 4 sträckmeter plantor från fritt fält i höstraps respektive vårraps. Inalles skördades 311 höstraps- och 360 vårrapsplantor. Av dessa plantor togs först undan 15 från varje försöksled för noggrannare mätning, medan återstoden av plantorna tröskades var för sig och fröna vägdes. Skördesiffrorna från burförsöken framgår av tab 9.

Tab. 9. Burförsök i höst- och vårrapsfält 1951.
Trials with cages in winter and summer rape.

Försöksled	Skörd av 4 sträckmeter från varje försöksled			Beräkning av medelvikt i g		
				per skida hos 15 av de skördade plantorna		*per planta* hos resten av plantorna
	Totala antalet plantor	skidor	Totalvikt g	Antal skidor	Medeltal	Medeltal
Höstraps						
HBU	110	7 773	483	1 302	0,075±0,006	4,18±0.37
ÖBU	98	7 100	450	916	0,068±0,007	4,84±0,46
FF	103	7 413	468	1 222	0,082±0,007	4,91±0,46
Vårraps						
HBM	120	6 115	228	758	0,045±0,004	1,94±0,19
HBU	96	5 564	156	628	0,029±0,003	1,72±0,18
FF	144	6 865	254	541	0,042±0,003	1,70±0,15

HBU = Heltäckt bur utan bin
ÖBU = Öppen » » »
HBM = Heltäckt » med »
FF = Fritt fält

Skadedjursfrekvensen var relativt obetydlig i höstraps, däremot mera omfattande i vårraps, även om frekvensen vildinsekter var låg i förhållande till bifrekvensen även där. Denna senare framgår av tab. 5.

Resultatet av burförsök i höstraps

I burförsöket i höstraps ingick 3 försöksled:

1) *en heltäckt bur utan bin (HBU),*
2) *en öppen bur* täckt endast i taket med nätet något nedhängande på sidorna. Detta senare försöksled skulle visa hur stor burens

skuggverkan var; vind och insekter beräknades ha fritt tillträde som i fria fältet. Det visade sig emellertid, att nättaket och skuggan, om det var sol, avskräckte bina, så att parcellen i regel var bifri och därför kan betecknas som öppen bur *utan bin (ÖBU)* samt

3) *fritt fält (FF)* i närheten av burarna, dock ej i skugga eller lä av dem.

Biobservationer gjordes ungefär varannan dag under blomningstiden; bifrekvensen var i genomsnitt 0,39 bin/m², vilket är en god frekvens för att vara i höstraps. Burförsöket var förlagt till samma höstrapsfält (Felestad), som försöket avseende inkorsningsgraden i fält med hög bifrekvens. I detta fält utfördes även större delen av de artificiella pollineringarna i höstraps, varför många tillfällen till observationer av burförsöket gavs, och påståendet att den öppna buren den övervägande tiden varit i det närmaste bifri, är därför välgrundat.

Burförsöken avsåg att undersöka binas betydelse för rapsskördens storlek. Det är då lämpligt att jämföra totalskörden från lika stora ytor från de olika försöksleden. Som synes av tab. 9 varierar plantantalet per längdenhet, i synnerhet i vårrapsförsöket, vilket gör att jämförelser mellan de olika försöksleden *ej* får baseras på den genomsnittliga plantvikten, då en sådan jämförelse gynnar ett led med färre plantor per sträckmeter; i detta försök gäller detta i synnerhet vårrapsplantorna från den bifria buren. De enskilda rapsplantorna blir som bekant betydligt större med bättre utvecklade sidoskott, om de står glest exempelvis efter ojämn sådd, utvintring eller skadedjursangrepp. Att skörda lika många plantor, en (jfr Zander) eller flera, från de olika försöksleden och jämföra dem kan därför ej säkert ge riktigt resultat. — Användes den genomsnittliga frövikten per skida som underlag för en jämförelse mellan olika försöksled, bör den vara grundad på plantor från lika stora ytenheter och ej på lika antal plantor, som gjorts i tab. 9. Mandekic (1912 ref. av Baur, 1939) har nämligen funnit en mycket tydlig positiv korrelation mellan såväl stor skidlängd, högt frötal som hög frövikt per skida å ena sidan och hög frövikt per planta å andra sidan. Då skulle en jämförelse mellan den genomsnittliga skidvikten hos exempelvis 15 relativt stora plantor och 15 relativt små plantor gynna de förra och själva beräkningsmetoden eventuellt snedvrida försöksresultatet. Detta innebär, att ej heller skillnaderna mellan den genomsnittliga skidvikten hos de olika försöksleden i tab. 9 får tolkas som rena försöksskillnader, vilket däremot skillnaderna ifråga om totala antalet skidor och totalvikten per 4 sträckmeter kan. Även dessa totalvärden framgår av tab. 9.

Tab. 9 visar, att i höstraps den heltäckta buren utan bin gav störst skörd på 4 sträckmeter och högst antal skidor. Plantorna observerades under blomningen vara några dagar efter övriga plantor i utvecklingen och blev efter hand något längre än plantorna i övriga fältet. Mikroklimatet i buren

har tydligen varit gynnsamt för tillväxten. Nätet nedsatte vindhastigheten med ungefär ⅓, utan att detta dock haft någon synbart försämrande verkan på pollineringen, som till övervägande delen måste ha skett med vindens hjälp — endast enstaka flugor observerades i buren. Bipollineringen är tydligen ej nödvändig för en god frösättning, vilket likaledes styrkes av det goda resultatet från den öppna buren, vars plantor besöktes endast av enstaka bin under hela blomningstiden. Plantorna i den öppna buren lämnade något lägre skörd än plantor, skördade från fria fältet omkring buren, men de skilde sig ej från omgivande plantor ifråga om utvecklingshastighet och höjd; mikroklimatet bör ha varit detsamma bortsett från någon skuggverkan från nättaket; vindrörelsen strax ovan beståndet hämmades ej. Några statistiskt säkra skillnader mellan plantorna i den öppna buren och i fritt fält har emellertid ej kunnat påvisas; skillnaden var ju för övrigt ej heller stor. *Eftersom bifrekvensen var hög i detta höstrapsfält,* vid gott biväder inemot *1* bi/m², *och ändå ej gav något säkert positivt utslag i form av skördeökning jämfört med icke bibesökta plantor, får av det gjorda försöket att döma bin vid normal, fältmässig frekvens tillmätas ganska liten betydelse för skördens storlek hos höstrapsplantor i fritt fält.*

Försöksledet 'öppen bur utan bin' ger ett utmärkt tillfälle att göra jämförelser mellan bipollinerade och icke bipollinerade plantor, under för övrigt nästan normala betingelser, alltså sådana som svårligen kan åstadkommas i en sluten bur av hittills använda typer, vars nätväggar hämmar vinden; detta kan också föra med sig exempelvis högre luftfuktighet i beståndet. (Det är möjligt, att burar bestående av slakt upphängda, tunna nylonnät skulle förändra fältförhållandena i mindre omfattning). Beträffande Ewerts undersökningar så synes av de ovan refererade resultaten *en* insektsfri bur ge lägst skörd, *en annan* högst skörd jämfört med övriga försöksled. Det måste understrykas, att det ur flera synpunkter är vanskligt att jämföra plantor från burförsök direkt med plantor från fritt fält ur avkastningssynpunkt med hänsyn till bipollinering eller ej, då en hel rad andra faktorer utom bifrekvensen har rubbats och kan inverka i såväl positiv som negativ riktning; att olika burar kan ha helt olika verkningsgrad och att lika burar kan verka i olika riktning vid skilda väderleksförhållanden. Exempel härpå gives vid en jämförelse mellan resultaten av förf:s burförsök i höstraps och i vårraps, som framgår av tab. 9, som visar att den heltäckta buren medfört högst skörd i höstrapsförsöket men lägst i vårrapsförsöket.

Resultatet av burförsöket i vårraps

I burförsöket i vårraps (lokal: Tirup) ingick 3 försöksled:

1) *en heltäckt bur utan bin (HBU)* liksom i höstraps,
2) *en heltäckt bur med bin (HBM),* vilket ej förekom i höstraps, samt
3) *fritt fält (FF)* som i höstraps medan ÖBU uteslöts i vårrapsförsöket.

Vid försöket användes ett mindre bisamhälle på ett par hundra bin, inställt i buren. Bina var i livlig verksamhet; frekvensen framgår av tab. 5, som visar, att den var betydligt högre i buren än i det omgivande fältet, i genomsnitt 5,3 bin/m² mot 0,9 i fritt fält.

Tab. 9 visar för vårrapsförsöket, att plantor från fritt fält varit något överlägsna plantor från biburen och givit 254 respektive 228 gram frön per 4 sträckmeter = 1,8 m², medan plantorna i den bifria buren givit betydligt lägre fröskörd med endast 156 gram per samma ytenhet. I motsats till förhållandet i höstraps synes således buren haft en hämmande inverkan på plantorna, som emellertid bina i biburen kunnat kompensera. Den genomsnittliga skidvikten hos plantor från buren med bin är statistiskt säkert skild från den hos plantor från buren utan bin, detta uträknat på grundval av de 15 plantor som uttagits för noggrannare mätning, dock bör observeras den inskränkning som gjorts ovan beträffande tillförlitligheten av dessa beräkningar.

Det viktigaste resultatet av vårrapsförsöket är att plantorna i biburen trots den intensiva beflygningen av bin, även vid relativt dåligt väder, då bin ej fanns i det omgivande fältet, *givit lägre skörd än plantor i fritt fält med betydligt lägre bifrekvens.*

Resultaten från burförsöken visar, att det således ej råder något tvivel om att bin sörjer för en god frösättning och därmed skörd hos raps, om plantorna av någon anledning måste isoleras, exempelvis i burar, växthus, i smärre, vindskyddade områden vid förädlingsarbeten o. dyl. då en konstlad bitillsättning kan vara av stort värde för fröskörden, som vårrapsförsöket visat. — Detta förfarande praktiseras exempelvis vid Sveriges Utsädesförening i Svalöv, likaså vid Instituut voor de veredeling van Tuinbouwgewassen i Wageningen i Nederländerna. — *Däremot har dessa burförsök ej stött åsikten att bipollinering i höst- och vårrapsfält skulle vara gynnsammare än enbart vindpollinering och framför allt ej, att den skulle vara nödvändig för frösättning under normala fältförhållanden.*

De gjorda burförsöken bekräftar närmast de av Härle gjorda försöken. Härle fann inga skillnader mellan fritt avblommade, normalt bibesökta plantor och plantor i burar, som utestängde bin men ej 'småinsekter' och vind. Burnätets grovlek gjorde, att vinden ej heller där hämmades allt för mycket.

Däremot var blomningsförloppet såväl i höst- som vårrapsförsöken något förlångsammat i de bifria, heltäckta burarna, så att dessa plantor i slutet av blomningen hade betydligt fler blommor än både plantor i fritt fält och i buren med bin. Detta är således en bekräftelse av såväl Fechners som Ewerts uppfattning att avblomningen går fortare i bur med bin än utan bin. Medan plantor från fritt fält utvecklades ungefär lika hastigt som plantor i buren med bin. *Således ger ej dessa burförsök belägg för att avblomningen sker fortare vid bipollinering av plantor än som sker normalt i fritt*

fält. Den snabbare avblomningen hos plantorna i 'fritt fält' och i 'buren med bin' kan kanske förklaras genom den fullständigare pollineringen, varvid dessa plantor tidigare når sin maximala skid- och frösättningsförmåga och därför blommar av tidigare än plantorna i 'buren utan bin'.

IV. Orienterande pollenundersökningar

Tidigare undersökningar

Rapspollenet är elliptiskt och dess storlek uppgives av Ewert (1928) vara följande:

längd 0,0357—0,0378 mm
bredd 0,0162—0,0189 mm

och av Becker (1952) för sorten Lembke vara:
längd 0,025—0,040 mm
bredd 0,025—0,030 mm i genomsnitt. — Pollen från kort och lång ståndare särskildes ej vid dessa mätningar.

Försök har gjorts att mikroskopiskt följa pollenslangarnas nedväxning genom märket (ex. G. Olsson, 1953) men detta förfarande har visat sig för omständligt att använda försöksmässigt och i stället har märket skurits av viss tid efter pollineringen och resultatet studerats. På den vägen sökte Härle (1951) efter skillnader mellan pollenslangtillväxten vid självbefruktning och korsbefruktning av rapsblommor. Vid en temperatur av 20—25° skedde befruktningen av fröanlagen efter 8—10 timmar oavsett om pollineringen skett med blommans eget pollen eller med främmande pollen.

Egna undersökningar

Längd och bredd mättes hos pollen från kort och från lång ståndare hos höstrapsplantor, sort Matador, odlade i växthus. Inga storleksskillnader konstaterades, storleken varierade överhuvud taget mycket litet i materialet:

	längd	bredd	antal mätta pollenkorn
pollen från kort ståndare	0,0395 mm	0,0270 mm	160
» » lång »	0,0391 mm	0,0268 mm	147.

Värdena överensstämmer således med Beckers, se ovan.

Pollenslangtillväxten studerades in vitro i cirka 10 % rörsockerlösning enligt samma metod, som N. Östlind (1945) använt. Några droppar sockerlösning placerades på objektsglas och i lösningen fördes ned pollenkorn från kort eller lång ståndare. För att se hur pollenslangtillväxten reagerade i närvaron av märkesvävnad placerades en pistill från samma blom-

ma, som hade lämnat pollenet, vilket skulle motsvara självbefruktning (A) eller från blomma på annan planta (korsbefruktning, X), dessutom skildes mellan pistiller från mycket unga blommor, där knapparna just börjat brista, samt från äldre blommor. Objektglasen förvarades i fuktig kammare i rumstemperatur och efter 6—8, 24 respektive 48 timmar avlästes tillväxtresultaten. 2 à 3 upprepningar gjordes. Tyvärr svängde temperaturen såväl i växthuset som i laboratoriet ganska kraftigt och detta medförde stora variationer i resultaten från de olika upprepningarna. Eventuellt kan även andra faktorer ha inverkat. I varje fall måste siffrorna i tab. 10 betraktas som mycket approximativa med lågt bevisvärde. Dessa pollenundersökningar hade endast orienterande karaktär.

Tab. 10 visar dels procenten grodda pollenkorn, dels den genomsnittliga pollenslangtillväxten hos dessa pollenkorn. Först kan konstateras, att tillförandet av pistill har inverkat på groningsresultatet i en del fall, i antingen tillväxthämmande eller -befrämjande riktning jämfört med pollenkorn i försöksled utan pistill, där resultaten är mycket jämnare: omkring ⅓ hade grott efter 24 timmar och ½ efter 48 timmar. Groningsprocent och pollenslangtillväxt var lika för kort och lång ståndare. Det skulle ju tyda på att skillnaden i stället är att söka hos märket. Pistiller från unga blommor har haft en tydligt hämmande verkan på såväl XK- som XL-pollen (motsvarande korsbefruktning med kort respektive lång ståndare): tabellen visar 0 % grodda pollenkorn efter 8 timmar och ännu efter 24 timmar har ej XK-pollenet grott, men väl XL-pollenet. Detta är anmärkningsvärt, då XK-pollenet utmärkte sig framför de andra typerna i ovan beskrivna pollineringsförsök och gav gynnsammare resultat. XK- och XL-pollenet utmärkte

Tab. 10. Groningsundersökningar in vitro av höstrapspollen, sort Matador.
Germination trials in vitro with winter rape pollen (var. Matador).

Antal timmar efter försökets början	Utan pistill		Med ung pistill				Med äldre pistill				Antal undersökta pollenkorn
			A		X		A		X		
	K	L	K	L	K	L	K	L	K	L	
	Procent grodda pollenkorn										
6—8 (3 försök)	6	15	27	12	0	0	10	16	6	5	6 544
24 (2 »)	31	34	18	17	0	16	29	8	8	2	4 575
48 (2 »)	53	47	28	23	35	23	36	19	8	29	5 758
	Genomsnittlig pollenslangtillväxt uttryckt i μ										
6—8 (3 försök)	24	26	262	188	0	0	26	34	48	52	888
24 (2 »)	42	42	16	10	0	16	58	34	54	42	597
48 (2 »)	108	78	80	82	92	60	58	92	34	82	1 217

sig ej heller tillsammans med märken från äldre blommor. Däremot kom en tendens till groningsbefrämjande verkan från ung pistill till synes i groningsprocenten hos AK-pollen och framför allt i pollenslangtillväxten för såväl AK- som AL-pollen.

Undersökningarna visar således att rapspollenet har en enhetlig storlek och en god groningsförmåga; de gjorda groningsundersökningarna pekar på att självbefruktning skulle gynnas i unga blommor, medan själv- och korsbefruktning tenderar bli likvärda i äldre blommor. (Med ung blomma menas en som just öppnat sig helt, och med äldre, en som varit utslagen högst en dag; båda besöks av bin.) *Däremot framkom inga entydiga skillnader mellan pollen från kort och från lång ståndare.*

Summary

Titel of the paper: The importance and extent of intercrossing in rape (*Brassica Napus* L.) with especial reference to the activity of honeybees.

Trials were carried out in order to investigate the possibility of the yield being increased owing to pollination by honeybees in normal rape crops. Several testing methods were used.

Artificial pollinating trials were carried out in both winter rape and summer rape in two consecutive years. In 1951 they were carried out as »isolating trials», i. e. every single test flower was isolated during the period of conceptibility of the stigma and pollinated artificially with different kinds of pollen. This method was prejudicial to the flowers that were to be self-pollinated and the results obtained by using this method cannot, therefore, be compared with the other results in this trial. In 1952 »complement trials» were carried out, i. e. the test flowers received complementary pollen but were allowed to flower freely. In both these trials differentiation was made between pollen from long (L) and from short (K) stamens, and between auto- (A), geitono- (G) and xenogami (X). In geitonogami (=sibcrossing) pollen from another flower of the same plant was used, whereas pollen from the same flower was used in autogami. — The test pods were harvested separately: length of pod, number of seeds and weight of seeds were determined per pod (see Tables 1—2). The figures of the different pollinating types were compared with each other (Table 3) and with the controls (NÖ—NU) (Table 4).

In the complement trial xenogami with pollen from short stamens (XK) was superior to that with pollen from long stamens (XL) (mean figures: 6 % longer pods, 11 % more seeds per pod and 14 % greater weight of seeds, $p = 0.05—0.01$, Table 3). The same tendency, though not quite as clear and not significant, was found in the isolating trial, too. Apart from this there

was an almost general tendency for pollen from long stamens (AL) to be superior to pollen from short stamens (AK) in autogami; this tendency was not significant, however.

No significant differences were found between autogami (AL) and geitonogami (GK and GL) and these types have therefore been considered equal.

On the other hand, significant differences were found between xenogami with pollen from short stamens (XK) and autogami (AK and AL). Thus XK produced 19 % greater weight of seeds per pod than AK ($p = 0.001$) and 12 % greater than AL ($p = 0.05$). Xenogami in the field will, however, be due to both types of pollen (XK and XL) and as XL was not superior to the other types of pollinating, the possible profit of xenogami in the field is considerably less than the maximum values found.

XK produced 9 % longer pods than the controls (NÖ—NU), 15 % more seeds per pod and 16 % greater weight of seeds ($p = 0.001$). None of the other pollinating types produced a significantly greater yield than the controls (Table 4).

The influence of honeybees on the degree of intercrossing in rape was investigated by determining the intercrossing of single plants with recessive colour of the petals in fields with dominant petal colour. The degree of intercrossing (shown by the F_1-generation) was compared with plants grown in fields with a high bee frequency and plants from fields with a low bee frequency. Table 5 shows the bee frequency: the high frequency field (Felestad) averages 0.39 bees per m^2 during the flowering period as against 0.07 in the low frequency field. The degree of intercrossing of winter rape plants (Table 6) averages 29.55 ± 1.37 for the Felestad material and 27.26 ± 1.11 for the Torrlösa material. Thus, the five times higher bee frequency did not cause a significant difference of the degree of intercrossing. In summer rape a mean intercrossing of 36 % as against a 0.46 bee frequency was found (Table 7).

The influence of honeybees on the distribution of pollen was investigated in plots containing recessive plants and 1—2 dominant plants in the centre. The conditions were thus reversed as compared with the foregoing trials. These recessive plants were thus far less exposed to the dominant pollen and the figures of the degree of intercrossing of these two trials cannot be compared. The trial plots were marked Åkarp, Alnarp, Dammen and Fridhem; two of these were calculated to have a higher bee frequency than the others; however, this occurred at the Åkarp plot only (0.33 bees per m^2 as against 0.12—0.15 in the others) (Table 5). The results are shown in Table 8. The Åkarp plot had the lowest degree of intercrossing with the highest bee frequency: the degree of intercrossing thus does not seem to be correlated to the bee frequency. The single incidences of intercrossing were possibly more numerous in this plot than in the others; this may have been due to the activity of the bees. The main pollen distribution in free fields

of winter rape will be brought about by the wind when the vegetation is of normal density.

The influence of the activity of the honeybees on the quantity of the rape yield was investigated by means of large cages made of fish netting: dimensions 180×260×180 cm. The meshes were 4×4 mm and allowed small insects to pass but prevented bees from doing so; the wind was retarded by about ⅓. In winter rape one completely closed cage without bees (HBU) and one open cage were used. The open cage could be visited by all insects; because of the netting roof it was, however, avoided by bees, and for this reason it was considered to be an open cage without bees (ÖBU). The largest yield and the greatest number of pods were obtained from HBU, and next from plants in the free field, whereas ÖBU gave a somewhat lower yield. The bee frequency of the winter rape field was fairly high (mean figure: 0.39, in good weather about 1 bee per m^2); in spite of this no positive result in the form of increased yield compared with plants not visited by bees could be found. For this reason the bee frequency cannot be considered to have much influence on the yield of winter rape plants under field conditions.

The summer rape trial comprised one cage with bees (HBM) and one without bees (HBU), also plants from the free field were harvested (FF). The plants in the free field had the greater yield, even though the frequency of the bees was considerably higher in the cage than in the free field. Thus bees cannot exert any great influence on the quantity of the yield under field conditions, though they may be useful to isolated plants: the plants of summer rape in the cage without bees yielded far less than the plants in the cage with bees (Table 5). — The comparisons have to be based on the total weight per unit area of the different trial plots, not on the mean weight per plant or on the weight of the pods per plant, as the size of the plants varies very much, and the size of the pods can be larger on large plants (see Table 9).

Preliminary germination trials were carried out with winter rape pollen in order to investigate the possibility of the above-mentioned differences between the different types of pollination being observable at germination. The pollen was allowed to germinate in solutions of cane sugar (10 %) on object glasses in humid air at room temperature. These trials did not show any differences between pollen from long stamens and from short ones as to size and rate of growth of the pollen. When, however, a pistil from a young flower was inserted in the solution the rate of growth of the XK- and XL-pollen was retarded — the growth of AK- and AL-pollen was particularly fast —; thus cross-pollinating seems to be inhibited and self-pollinating favoured in young flowers (see Table 10).

Thus the trials seem to indicate that cross-pollinating with pollen from short stamens may give a somewhat higher yield but also that a high bee

frequency will not be of very great importance for the cross-pollinating of winter and summer rape plants in the field. Even though intercrossing might increase a little owing to the activity of bees, only about one half of this increase will be effected with XK-pollen (the other part will be effected with XL-pollen): thus the net effect will hardly be measurable.

Litteratur

Baur, G., 1939. Raps, *Brassica Napus* L. var. *oleifera* Metzger. Rübsen, *Brassica Rapa* L. var. *rapifera* Metzger. — Handbuch d. Pflanzenzüchtung.

Becker, Th., 1951. Siebenjährige blütenbiologische Studien an d. Crucif. *Brassica napus* L., *Brassica rapa* L., *Brassica oleracea* L., *Raphanus* L. u. *Sinapis* L. — Zeitschr. f. Pflanzenzüchtung. I. Teil.

—»— 1952. D:o II Teil.

Ewert, R., 1928. Rapsbau u. Bienenzucht. — Arch. f. Bienenkunde.

—»— 1929. Die Befruchtung der Cruciferenblüte durch die Bienen.

—»— 1941. Der mittelbare Nutzen der Honigbiene in der Landwirtsch u. im Gartenbau. — Deutsches Imkerführer.

Fechner, E. 1926. Untersuch. ü. d. Einwirkung eines Rückganges d. Bienenzucht auf. den Samenertag einiger landwirtschaftl. Kulturpflanzen. — Arch. f. Bienenkunde.

Härle, A., 1941. Untersuch. über die Bedingungen d. Blüten-u. Fruchtansatzes bei Raps u. Rübsen. — Mitt. aus d. Biol. Reichs. f. L. u. F.

—»— 1943. Zur Frage d. Ertragssteigerung bei Winterraps u. Winterrübsen durch Einsatz von Honigbienen. — Nachrichtenblatt. D. Pflanzenschutzdienstes.

Lund, H. o. Kjærskou, H., 1886. Morphologisk-anatomisk Beskrivelse af *Brassica oleracea, Br. campestris* og *Br. napus*. — Bot. Tidskrift, 15.

Nicolaisen, W., 1943. Züchtung von Raps. — Zeitschr. f. Pflanzenzüchtung.

Olsson, G., 1952. Unders. av graden av korsbefruktning hos vitsenap och raps. — Sv. Uts. f. tidskr.

—»— 1953. Unders. av självfertiliteten hos artificiell raps. — Kungl. Lantbruksakad:s Tidskrift.

Persson, Brita., 1951. Orienterande frekvensräkningar av bin i raps 1949. — Statens Växtskyddsanstalt. Medd. n:r 59.

—»— 1953. Observationer rörande blommornas biologi hos raps (*Brassica Napus* L.) med hänsyn till faran för bidöd vid behandling av rapsfält med insekticider. — Statens Växtskyddsanstalt. Medd. N:r 66.

Rümker, K.v.u., Leidner, R., 1913. Experimentelles über die Befruchtung des Rapses. — Zeitschr. f. Pflanzenzüchtung.

Sylvén, N., 1920. Om själv- och korsbefruktning hos rapsen. — Sv. Uts. f. Tidskrift.

—»— 1927. Självbefruktning och inavel hos raps (*Brassica Napus oleifera*) — Saertr. af N. J. F.

Torssell, R., Åkerberg, E., Schwan, B., Hasselrot, T. B., Julén, G. m fl., 1953. Undersökningar rörande insektspollinerade kulturväxter II. Studier över rödklöverns fröbildning. Medd. nr 2 från Sveriges Fröodlareförbund.

Wagner, M., 1954. Inzucht u. Heterosis bei Raps u. Rübsen. — Zeitschr. f. Pflanzenzücht.

Zander, E., 1952. Raps und Biene. — Zeitschr. f. Bienenforschung.

Östlind, N., 1945. Undersökning rörande pollengroning i konstgjorda substrat. — Medd. N:r 29 från Statens Trädgårdsförsök.